

Beschreibung

Vorrichtung zur berührungslosen dreidimensionalen Vermes-
sung von Körpern und Verfahren zur Bestimmung eines Koordi-
5 natensystems für Messpunktskoordinaten

Die Erfindung betrifft Vorrichtungen zur berührungslosen
dreidimensionalen Vermessung von Körpern nach dem Oberbe-
10 griff des Patentanspruchs 1 und Verfahren zur Bestimmung
eines Koordinatensystems für Messpunktskoordinaten an einer
Vorrichtung zur berührungslosen dreidimensionalen Vermes-
sung von Körpern nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs
9.

15

Das Triangulationsverfahren ist eines der am weitesten
verbreiteten Verfahren sowohl bei der Abstands- und Längen-
messung als auch für die zwei- und dreidimensionale Kontur-
20 erfassung. Zur Anwendung kommt dabei ein Triangulations-
sensor, wobei ein Strahl einer Laserdiode durch eine Linse
auf das Werkstück fokussiert wird. Dabei erzeugt dieser
einen hellen Lichtfleck. Wird dieser unter einem festen
Winkel mit einem Lagedetektor oder einer Kamera betrachtet,
25 so verschiebt sich sein Abbildungsort im Bild, sofern sich
der Schnittpunkt des Laserstrahls und das Werkstück relativ
zum Sensor bewegen. Durch Messung dieser Verschiebung ist
der Abstand des Werkstücks bestimmbar oder bei einer Bewe-
gung senkrecht zum beleuchtenden Laserstrahl die Ober-
30 flächenkontur erfassbar.

In der DE 43 01 538 A1 (Verfahren und Anordnung zur berüh-
rungslosen dreidimensionalen Messung, insbesondere zur Mes-
sung von Gebissmodellen) wird ein Drehtisch, auf dem der zu
vermessende Körper angeordnet ist, ein Triangulationssensor
35 und eine damit verbundene Datenverarbeitungs- und Steuer-

einheit zur Bestimmung der Geometrie von Rundteilen eingesetzt. Die Messung basiert dabei entweder

- auf einer lokalen Kalibrierung der einzelnen Messköpfe, wobei bei der Zusammenfassung die tatsächliche Lage der Messflächen im Raum durch Koordinatentransformation zu berücksichtigen sind, oder
 - auf einer Kalibrierung der gesamten Messeinrichtung mit wenigstens einem Kalibrierkörper, wobei alle interessierenden Raumpunkte in einer gemeinsamen Kalibrier-
- 10 tabelle erfasst werden. Eine Kalibrierung ist dabei un-
- umgänglich.

In der DE 44 07 518 A1 wird eine Vorrichtung und ein Verfahren zum berührungslosen Vermessen dreidimensionaler Objekte auf der Basis der optischen Triangulation beschrieben. Der Triangulationssensor ist in einer Richtung (y-Richtung) verfahrbar und über eine vorgegebene Winkellage an einem wählbaren Fixpunkt in der x-Ebene verschwenkbar. Dazu sind zwei voneinander unabhängige Bewegungen des Triangulationssensors vorhanden. Das zu vermessende Objekt

20 befindet sich auf einem Drehtisch. Dieser gewährleistet zum einen eine Drehbewegung und zum anderen ist dieser mittels eines weiteren Antriebes in einer senkrecht zur Bewegung des Triangulationssensors verfahrbar. Mit den Bewegungen des Triangulationssensors und des Drehtisches sind die

25 Koordinaten des Messflecks der Strahlungsquelle bestimmt. Die Kippbewegung des Triangulationssensors führt dazu, dass Hinterschneidungen, verdeckte Stellen, Sacklöcher oder ähnliche Stellen des Objekts weitestgehend maßlich bestimmbar sind.

30 In der DE 40 37 383 A1 (Verfahren zum kontinuierlichen berührungsfreien Messen von Profilen und Einrichtung zur Durchführung des Messverfahrens) wird das Verfahren der Triangulation zur Bestimmung der Außenkontur eines sich bewegenden Profils genutzt. Dabei wird nur der Abstand des

35 Profils und damit dessen Kontur vom Sensor erfasst. Die

Einordnung des Messflecks in ein Koordinatensystem ist nicht möglich.

In den DE 195 04 126 A1 (Vorrichtung und Verfahren zum berührungslosen Vermessen dreidimensionaler Objekte auf der Basis optischer Triangulation), DE 197 27 226 A1 (Messanordnung und Verfahren zum berührungslosen Erfassen der 3-dimensionalen Raumform einer Brillenfassungsnut) und US 5 270 560 (Verfahren und Vorrichtung zur Erfassung der Oberflächenstruktur von Werkstücken) werden die zu erfassenden Profile der Werkstücke oder von Teilen der Werkstücke schrittweise aufgenommen. Dabei erfolgt nur eine relative Vermessung des jeweiligen Werkstücks oder des jeweiligen Teiles des Werkstücks.

Die Koordinatenmessung an einer Objektoberfläche erfolgt in der DE 40 26 942 A1 (Verfahren zur berührungslosen Vermessung von Objektoberflächen) über die Aufnahme von Bildern mittels einer Kamera. Diese befindet sich an einem in drei Raumrichtungen (x-, y-Richtung, Schwenkung) verfahrbaren Messarm eines Koordinatenmessgeräts. Das zu vermessende Objekt ist auf einem Drehtisch angeordnet.

Der in den Patentansprüchen 1 und 9 angegebenen Erfindung liegt das Problem zugrunde, die geometrischen Abmessungen eines Körpers dreidimensional einfach zu messen und Triangulationsmessdaten den geometrischen Abmessungen eines Körpers in drei Dimensionen einfach und korrekt zuzuordnen.

Dieses Problem wird mit den in den Patentansprüchen 1 und 9 aufgeführten Merkmalen gelöst.

Die Vorrichtung zur berührungslosen dreidimensionalen Vermessung von Körpern und das Verfahren zur Bestimmung eines

Koordinatensystems für Messpunktskoordinaten an einer Vorrichtung zur berührungslosen dreidimensionalen Vermessung von Körpern zeichnen sich durch ihre besonders einfache Realisierung aus. Damit sind diese vorteilhafterweise auch
5 an Produktionsstätten spezieller Werkstücke einsetzbar. Der Aufbau ist sehr einfach und das Verfahren bedingt einen einfachen und ökonomischen Aufbau, so dass ein breiter Anwendungsbereich gegeben ist.

Grundlage ist ein optischer Triangulationssensor. Dabei
10 wird der Strahl einer Laserdiode durch eine Linse auf das Werkstück fokussiert. Auf dem Werkstück entsteht ein Lichtfleck. Dieser Fleck wird mit einem Strahlungsdetektor unter einem festen Winkel aufgenommen. Wenn sich das Werkstück relativ zum Triangulationssensor bewegt, so verschiebt sich
15 der Abbildungsort des Flecks im Bild. Durch die Messung der Verschiebung wird das Profil des Werkstücks bestimmt.

Bevor die Messungen der Werkstücke erfolgt, wird über eine erste Messung ein Koordinatensystem für eine maßliche Zuordnung der Geometrie der Werkstücke ermittelt. Dazu wird
20 ein Körper mit maßlich bekannten Kanten oder Linien auf dem Drehtisch platziert und während einer Drehung über den Triangulationssensor ausgemessen. Die Position des Körpers auf dem Drehtisch ist beliebig. Anstelle des Körpers sind auf der Oberfläche des Drehtisches auch Linien auf- oder ein-
25 bringbar.

Mit einer Bewegung des Triangulationssensors in nur einer Achse und einer Rotationsbewegung des Werkstückes ist das Werkstück durch den Triangulationssensor überstreichbar. Über eine gezielte Ansteuerung der jeweiligen Antriebe und
30 dem Koordinatensystem ist damit eine kontinuierliche Geometrieerfassung des Werkstücks mit einer sehr hohen Messwertrate und Präzision gegeben. Damit zeichnet sich die erfindungsgemäße Vorrichtung durch ihren minimalen Aufbau aus.

Durch die geringe Anzahl der notwendigen Bewegungen in Form
35 nur einer translatorischen des Triangulationssensors und

einer rotatorischen des Drehtisches zur Bestimmung des Profils eines Körpers wird ein minimaler Messfehler erreicht. Die Vorrichtung ist vorteilhafterweise insbesondere für rotationssymmetrische Werkstücke geeignet. Das Verfahren
5 ist vorteilhafterweise beim Vermessen rotationssymmetrischer Werkstücke einsetzbar.
Die Steuerung und Ermittlung der Geometrie der Werkstücke erfolgt vorteilhafterweise in einem Computer.

10

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Patentansprüchen 2 bis 8 und 10 bis 12 angegeben.

Mit einer Bewegung senkrecht zum beleuchtenden Laserstrahl
15 des Triangulationssensors nach der Weiterbildung des Patentanspruchs 2 wird das Oberflächenprofil des Werkstücks erfasst.

Über ein Dreh- oder Kugelgelenk nach der Weiterbildung des
20 Patentanspruchs 3 ist der Winkel der auf das Werkstück auftreffenden Strahlung des Triangulationssensor veränderbar. Damit sind Erhebungen oder Vertiefungen der Werkstückoberfläche leichter oder überhaupt erst zu erfassen. Die Messung des Winkels des Triangulationssensors erlaubt die Be-
25 stimmung der Koordinatendaten der auftreffenden Strahlung.

Die Beaufschlagung von Körpern mit Oberflächen, die gegenüber der Strahlung der Strahlungsquelle ein hohes Streuverhalten in Form von Mehrfachreflexionen aufweisen, führen
30 bei einer Bestrahlung zu Abbildungsverzerrungen auf dem Detektor und daraus resultierend zu Messfehlern. Um diese Messfehler weitestgehend zu vermeiden, werden zumindest die interessierenden Bereiche des Körpers nach der Weiterbildung des Patentanspruchs 4 mit Auflagekörpern bekannter
35 Dicke versehen, deren Oberflächen gegenüber der Strahlung

ein geringes Streuverhalten besitzen. Bei der Auswertung der Messergebnisse wird die Dicke der Auflagekörper vom Messwert abgezogen, so dass das Originalmaß des Körpers als korrigierter Messwert vorhanden ist.

5

Günstige Varianten zur Ermittlung des Koordinatensystems für die Werkstücke sind nach der Weiterbildung des Patentanspruchs 5 parallel verlaufende Linien oder Körperkanten, wobei der Abstand bekannt ist. Dazu werden auf dem Drehtisch entsprechend ausgebildete Körper oder Körper mit derartig aufgebrauchten Linien platziert.

Die Ermittlung des Koordinatensystems ist nur bei Inbetriebnahme oder einem Standortwechsel notwendig. Deshalb sind die Körper zur Ermittlung des Koordinatensystems nach der Weiterbildung des Patentanspruchs 6 nur bei diesen Maßnahmen notwendig.

Günstige Varianten einer unterstützten Positionierung und Platzierung der Werkstücke auf dem Drehtisch sind nach den Weiterbildungen der Patentansprüche 7 und 8 mindestens zwei mit einem Abstand zueinander angeordnete Anschläge oder mindestens ein in den Drehtisch integrierter Magnet. Gleichzeitig dienen die Positionierhilfen dem weitestgehenden Verhindern von Änderungen in der Position der Werkstücke auf dem Drehtisch während der Bewegung dessen. Bei Werkstücken gleicher Gestalt führen die Positionierhilfen dazu, dass bei einem Werkstückwechsel annähernd die gleiche Position eingehalten wird. Das führt zu einer vereinfachten und schnelleren Messung der Geometrie, so dass z.B. bei Produktionsüberwachungen schneller auf etwaige fehlerhafte Änderungen in der Herstellungstechnologie reagiert werden kann.

35 So kann der beleuchtende Laserstrahl des Triangulationssen-

sors nach der Weiterbildung des Patentanspruchs 10 senkrecht auf die Oberfläche des Drehtisches gerichtet sein.

Günstig zur Ermittlung des Koordinatensystems für Messpunkt-
5 punktskoordinaten ist es nach der Weiterbildung des Patentanspruchs 11, als parallel verlaufende Linien oder Körperkanten gerade oder kreisförmig gebogene Linien zu verwenden.

10 Die Ermittlung des Koordinatensystems ist nur bei Inbetriebnahme oder einem Standortwechsel notwendig. Deshalb sind die Körper zur Ermittlung des Koordinatensystems nach der Weiterbildung des Patentanspruchs 12 nur bei diesen Maßnahmen notwendig.

15

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der Figuren 1 bis 4 erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen prinzipiellen Aufbau einer Vorrichtung zur
20 berührungslosen dreidimensionalen Vermessung von Körpern,

Fig. 2 eine prinzipielle Darstellung einer Vorrichtung mit zwei parallel zueinander verlaufenden Linien mit bekannten Abstand auf dem Drehtisch,

25 Fig. 3 und

Fig. 4 eine Bestimmung des Koordinatensystems durch zwei parallel verlaufende Linien oder Körperkanten mit bekannten Abstand und bekannten Winkeln und eine bekannte Verschiebung des Triangulationssensors.

30

Eine Vorrichtung zur berührungslosen dreidimensionalen Vermessung von Körpern und ein Verfahren zur Bestimmung eines Koordinatensystems für Messpunktskoordinaten werden nachfolgend in dem Ausführungsbeispiel näher erläutert.

35

Die Vorrichtung zur berührungslosen dreidimensionalen Vermessung von Körpern besteht aus einem Drehtisch 1 zur Aufnahme des Körpers und einem optischen Triangulationssensor 2 mit mindestens einer Strahlungsquelle 3, einem Strahlungsdetektor 4 und Optiken in Form einer Fokuslinse 5 und einer Abbildungslinse 6.

Die Strahlungsquelle 3 sind eine Laserdiode und der Strahlungsdetektor 4 ein Festkörperbildsensor.

Auf einer Grundplatte 7 ist ein u-förmiges Gestell 8 befestigt. Auf der Grundplatte 7 und mittig des Mittelteils des u-förmigen Gestells 8 ist der Drehtisch 1 angeordnet (Darstellung in der Fig. 1). Der Durchmesser des Drehtisches 1 ist kleiner als die Länge des Mittelteils des u-förmigen Gestells 8.

Das Mittelteil des u-förmigen Gestells 8 weist weiterhin eine Führung auf, in der der Triangulationssensor 2 korrespondierend angeordnet ist. Der Triangulationssensor 2 ist damit über dem Drehtisch 1 mittels einen entsprechenden Antrieb bewegbar. Der Antrieb ist in dem Mittelteil integriert. Der Triangulationssensor 2 ist weiterhin so an dem Mittelteil platziert, dass die Strahlung 9 der Strahlungsquelle 3 senkrecht auf den Drehtisch 1 fällt.

Der Mittelpunkt des Drehtisches 1 wird bestimmt und bildet den Ursprung in einem Polarkoordinatensystem.

Bei der Erstinbetriebnahme oder einer Lageveränderung der Vorrichtung wird dieses Koordinatensystem für die zu messenden Körper erstellt.

Zur Ermittlung des Koordinatensystems besitzt der Drehtisch 1 mehrere parallel zueinander verlaufende Linien (Fig. 2 und 3) oder ein Messkörper wird auf den Drehtisch 1 platziert. Dieser weist entweder parallel zueinander verlaufende und geradlinig ausgebildete Körperkanten oder Linien zur Bestimmung eines Koordinatensystems (ähnlich der Darstellungen in den Fig. 2 und 3) auf. Die Linien oder Körperkanten können sich beliebig auf dem Drehtisch befinden. Der

Abstand der geradlinig verlaufenden Linien oder Körperkanten ist bekannt. Der Drehtisch vollführt in der Phase der Ermittlung des Koordinatensystems eine Drehung. Dabei werden die Linien g1 und g2 im Messfleck C und D des Triangulationssensors 2 erfasst. Gleichzeitig werden die Winkel der jeweils auf einer Linie g1 oder g2 liegenden Messflecke ermittelt. Durch den bekannten Abstand $d = AB$ der parallel verlaufenden Linien g1 und g2 oder Körperkanten, den gemessenen Winkeln α und β und den rechten Winkel zwischen der Geraden MB und den Linien g1 und g2 ist über trigonometrische Berechnungen der Radius R1 und damit der Abstand zwischen dem Triangulationssensor 2 und dem Mittelpunkt des Drehtisches 1 gegeben (Darstellung in der Fig. 3).

$$R1 = \frac{d}{\cos \beta/2 - \cos \alpha/2}$$

Durch eine Verschiebung c des Triangulationssensors 2 oder des Drehtisches 1 und nochmaliger Rotation und Messung der Winkel α und β wird der Abstand R2 analog dem R1 bestimmt (Darstellung in der Fig. 4). Die Richtung der Verschiebung c definiert gleichzeitig eine Richtung des Koordinatensystems. Über den Satz des Pythagoras werden die Koordinaten x und y des Koordinatensystems ermittelt. Dadurch wird der Abstand des Mittelpunkts des Drehtisches 1 von der aktuellen Position des Triangulationssensors 2 x und y+c bestimmt. Damit sind die Messpunkte des Körpers maßlich bestimmbar.

$$y = \frac{R2^2 - R1^2 - c^2}{2c}$$

$$x = R_1^2 - \frac{(R_2^2 - R_1^2 - c^2)^2}{2 \cdot c}$$

5

Zur Unterstützung der Messung können mehrere Kreise mit unterschiedlichen Radien auf dem Drehtisch 1 angeordnet sein. Diese erleichtern zum einen die maßliche Zuordnung und zum anderen die Positionierung des Körpers auf dem Drehtisch 1.

Der Messkörper ist als Folie mit mehreren kreisförmigen Linien realisierbar. Dieser kann auf dem Drehtisch 1 verbleiben und dient gleichzeitig als Justierhilfe für die Körper. Dazu ist die Folie mit der Oberfläche des Drehtisches 1 verklebt.

Die Antriebe des Drehtisches 1 und des Triangulationsensors 2 sind mit einem Computer als Steuerung verbunden. Der Computer dient gleichzeitig der Auswertung der Messergebnisse. Dazu sind die Strahlungsquelle 3 und der Strahlungsdetektor 4 des Triangulationssensors 2 mit diesem zusammengeschaltet.

Bei Körpern mit einem hohen Streuverhalten in Form von Mehrfachreflexionen gegenüber der Strahlung 9 der Strahlungsquelle 3 wird dieser mit Auflagekörpern zumindest an den interessierenden Messbereichen versehen. Diese bestehen aus einem Stoff, der nur geringe Mehrfachreflexionen zuläßt, und dessen Dicke bekannt ist. Derartige Auflagekörper bestehen z.B. aus Keramik. Damit sind auch Oberflächenkonturen von Körpern mit glänzenden Oberflächen weitestgehend ohne Messfehler messbar.

35

Der Drehtisch 1 kann entweder mehrere Anschläge besitzen oder in ihm ist wenigstens ein Magnet integriert.

Vorteilhafterweise sind die Anschläge auf dem Drehtisch 1 verfahrbar, so dass Körper unterschiedlicher Geometrie ein-
5 fach weitestgehend mittig auf dem Drehtisch 1 platzierbar sind.

In einer weiteren Ausführungsform ist das u-förmige Gestell
8 L-förmig ausgebildet und so gegenüber dem Drehtisch 1
10 angeordnet, dass sich ein Schenkel parallel über dem Drehtisch 1 befindet. Dieser Schenkel ist die Führung für den Triangulationssensor 2 (Darstellung in der Fig. 2).

15

20

25

30

35

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur berührungslosen dreidimensionalen Vermessung von Körpern bestehend aus einem Drehtisch zur
5 Aufnahme des Körpers und einem optischen Triangulationssensor mit mindestens einer Strahlungsquelle, einem Strahlungsdetektor und einer Optik, dadurch gekennzeichnet, dass der Triangulationssensor (2) über dem Drehtisch (1) in einer Achse mittels eines Antriebs
10 bewegbar so angeordnet ist, dass die Strahlung der Strahlungsquelle auf den Körper trifft, dass sich der Körper in einem durch zum einen wenigstens zwei parallel zueinander verlaufenden Linien (g_1 , g_2) oder Körperkanten mit bekannten Abstand (d) und Winkelbestimmungen (α , β) des
15 Drehtisches (1) und zum anderen wenigstens zwei Messpunkte mit bekannten Abstand (R_1 , R_2) zum Mittelpunkt (M) und bekannter Verschiebung (c) des Triangulationssensors (2) zwischen den Messpunkten bestimmten Koordinatensystem auf dem Drehtisch (1) befindet und dass der Drehtisch (1), der
20 Antrieb und der Triangulationssensor (2) mit einer Datenverarbeitungs- und Steuereinheit verbunden sind.

2. Vorrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch
25 gekennzeichnet, dass die Strahlungsquelle (3) des Triangulationssensors (2) so angeordnet ist, dass die Strahlung der Strahlungsquelle (3) senkrecht auf die Oberfläche des Drehtisches (1) trifft.

30

3. Vorrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Triangulationssensor (2) über ein Dreh- oder Kugelgelenk mit einem Antriebssystem über dem Drehtisch (1) in einer Achse mittels des Antriebs bewegbar
35 angeordnet ist und dass mindestens ein den Winkel zwischen

der Strahlung (9) und dem Werkstück direkt und/oder indirekt messender Sensor vorhanden ist.

5 4. Vorrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens Bereiche der Oberfläche des
eine hohes Streuverhalten gegenüber der Strahlung (9) der
Strahlungsquelle (3) in Form von Mehrfachreflexionen
aufweisenden Körpers mit einem Auflagekörper bekannter
10 Dicke und geringen Streuverhaltens fest und/oder lösbar
versehen sind.

5. Vorrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch
15 gekennzeichnet, dass die parallel verlaufende Linien oder
Körperkanten eines Messkörpers auf dem Drehtisch (1)
geradlinig oder kreisförmig angeordnet sind.

20 6. Vorrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich nur während der Bestimmung eines
Koordinatensystems ein Messkörper mit wenigstens zwei
Kanten oder ein Messkörper mit wenigstens zwei Linien auf
dem Drehtisch (1) befindet.

25

7. Vorrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Drehtisch (1) mindestens zwei mit
einem Abstand zueinander angeordnete Anschläge für den
30 Körper besitzt.

8. Vorrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in den Drehtisch (1) mindestens ein
35 Magnet integriert ist.

9. Verfahren zur Bestimmung eines Koordinatensystems für Messpunktskoordinaten an einer Vorrichtung zur berührungslosen dreidimensionalen Vermessung von Körpern mit

- 5 - einem Drehtisch (1) zur Aufnahme des Körpers,
- einem optischen Triangulationssensor (2) mit mindestens einer Strahlungsquelle (3), einem Strahlungsdetektor (4) und einer Optik, der über dem Drehtisch (1) in einer Achse mittels eines Antriebs bewegbar so angeordnet ist,
- 10 dass die Strahlung (9) der Strahlungsquelle (3) auf den Körper trifft, und
- einer Datenverarbeitungs- und Steuereinheit für Drehtisch (1), Antrieb und Triangulationssensor (2),
- bei dem anhand von wenigstens zwei parallel zueinander
- 15 verlaufenden Linien (g_1 , g_2) oder Körperkanten mit bekanntem Abstand (d) durch deren Drehung und aufeinanderfolgende Erfassung im Messfleck des Triangulationssensors (2) Winkelbestimmungen (α , β) des Drehtisches (1) in einer ersten und in einer zweiten, um
- 20 eine bekannte Strecke c verschobenen Stellung des Triangulationssensors (2) vorgenommen und daraus Abstände R_1 , R_2 des Triangulationssensors (2) zum Drehtischmittelpunkt (M) und weiter Koordinaten x , y des Triangulationssensors (2) relativ zum Drehtischmittelpunkt
- 25 (M) als Koordinatenursprung berechnet werden.

10. Verfahren nach Patentanspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlungsquelle (3) des
- 30 Triangulationssensors (2) so angeordnet ist, dass die Strahlung der Strahlungsquelle (3) senkrecht auf die Oberfläche des Drehtisches (1) trifft.

11. Verfahren nach Patentanspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass als parallel verlaufende Linien oder Körperkanten eines Messkörpers auf dem Drehtisch (1) gerade Linien oder kreisförmig gebogene Linien verwendet werden.

5

12. Verfahren nach einem der Patentansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass sich nur während der Bestimmung des Koordinatensystems ein Messkörper mit
10 wenigstens zwei Kanten oder ein Messkörper mit wenigstens zwei Linien auf dem Drehtisch (1) befindet.

15

20

25

30

35

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft Vorrichtungen zur berührungslosen dreidimensionalen Vermessung von Körpern und Verfahren zur
5 Bestimmung eines Koordinatensystems für Messpunktskoordinaten an einer Vorrichtung zur berührungslosen dreidimensionalen Vermessung von Körpern.

Die Vorrichtung und das Verfahren zeichnen sich durch ihre besonders einfache Realisierung aus. Damit sind diese vor-
10 teilhafterweise auch an Produktionsstätten spezieller Werkstücke einsetzbar. Damit ist ein sehr ökonomischer und breiter Anwendungsbereich gegeben.

Bevor die Messungen der Werkstücke erfolgt, wird über eine erste Messung ein Koordinatensystem für eine maßliche Zu-
15 ordnung der Geometrie der Werkstücke ermittelt. Dazu werden maßlich bekannte Kanten oder Linien auf dem Drehtisch beliebig platziert und während einer Drehung über den Triangulationssensor ausgemessen.

Damit zeichnet sich die erfindungsgemäße Vorrichtung durch
20 ihren minimalen Aufbau aus. Durch die geringe Anzahl der notwendigen Bewegungen in Form nur einer translatorischen des Triangulationssensors und einer rotatorischen des Drehtisches zur Bestimmung des Profils eines Körpers wird ein minimaler Messfehler erreicht.

25

30

35

1/3

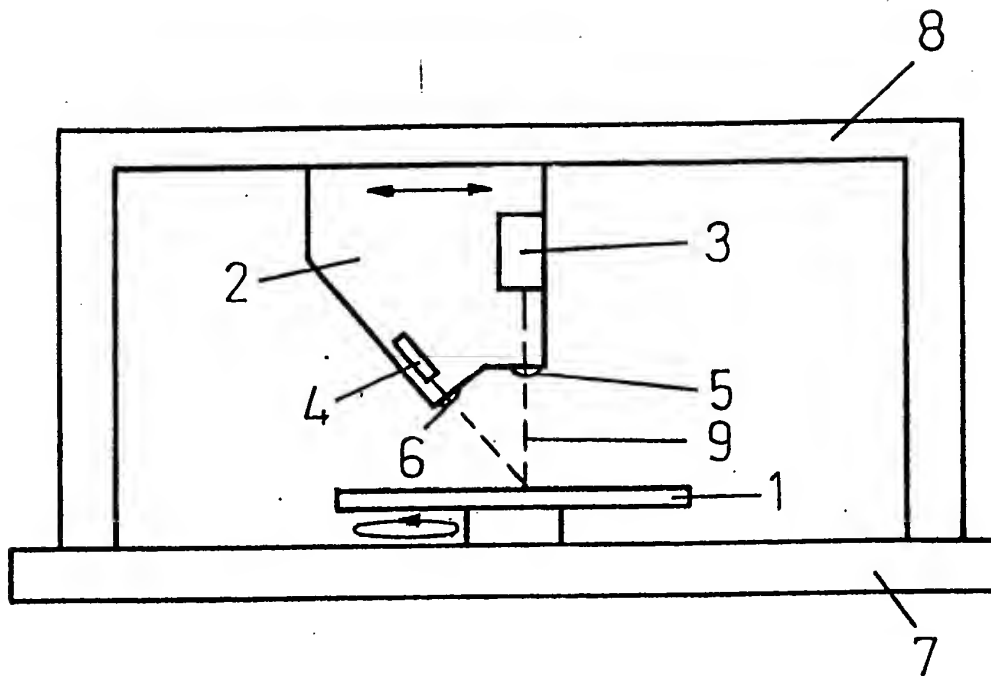


Fig. 1

2/3

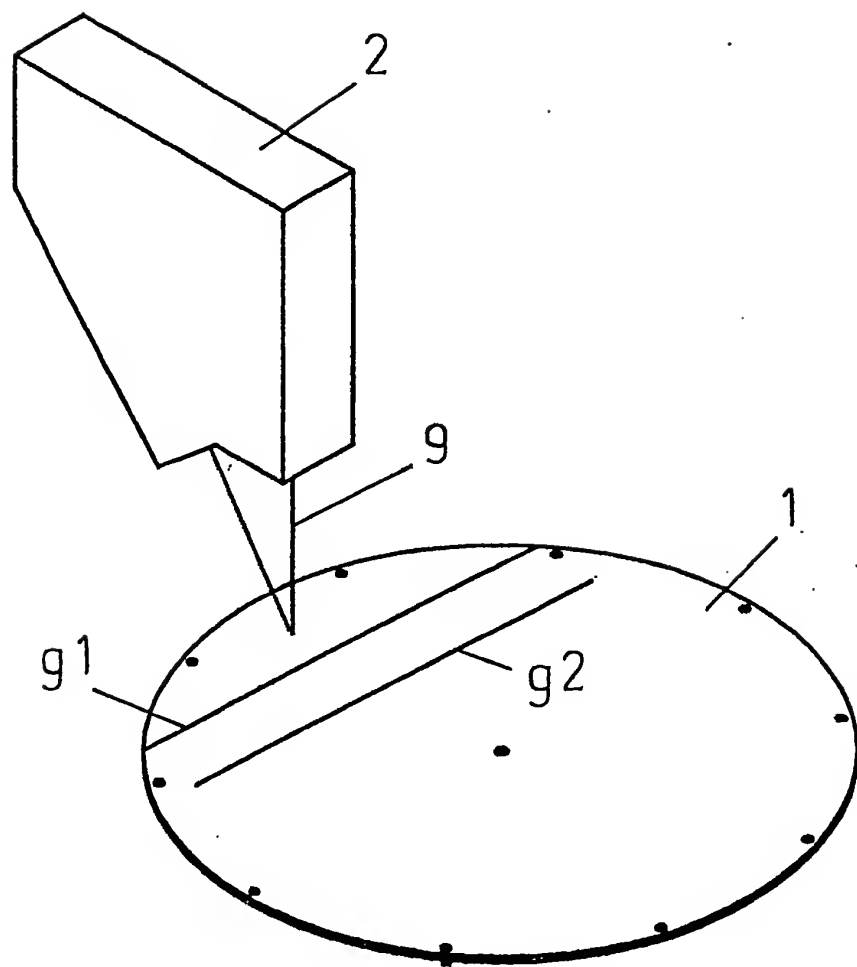


Fig. 2

3/3

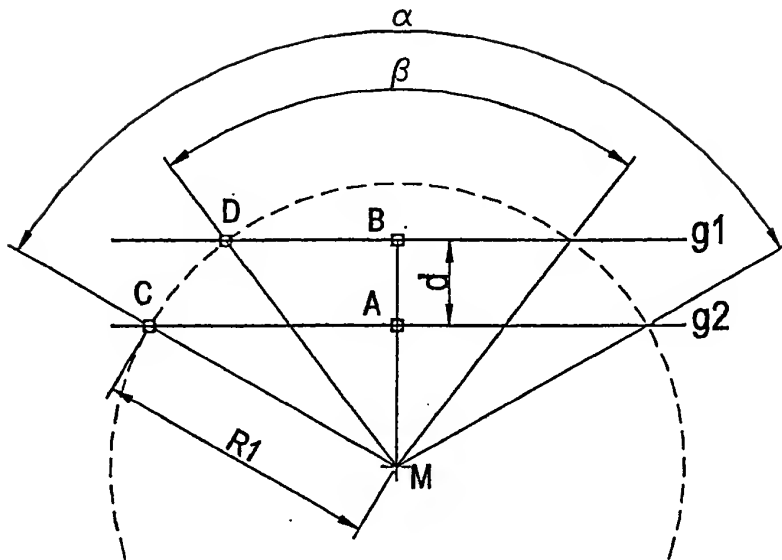


Fig. 3

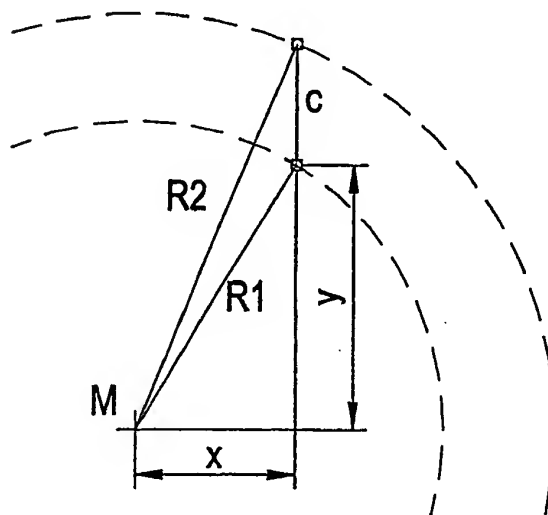


Fig. 4